

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-072254

(43)Date of publication of application : 17.03.1995

(51)Int.Cl.

G01T 1/20

G01T 1/00

G01T 1/24

G03B 42/02

H01L 27/14

H04N 5/32

(21)Application number : 05-217304 (71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 01.09.1993 (72)Inventor : SHIMURA KAZUO

## (54) METHOD FOR READING RADIATION-IMAGE SIGNAL AND RADIATION DETECTOR USED THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve S/N by decreasing dark current noises in the image signal obtained with a radiation detector without narrowing the freedom of image pickup.

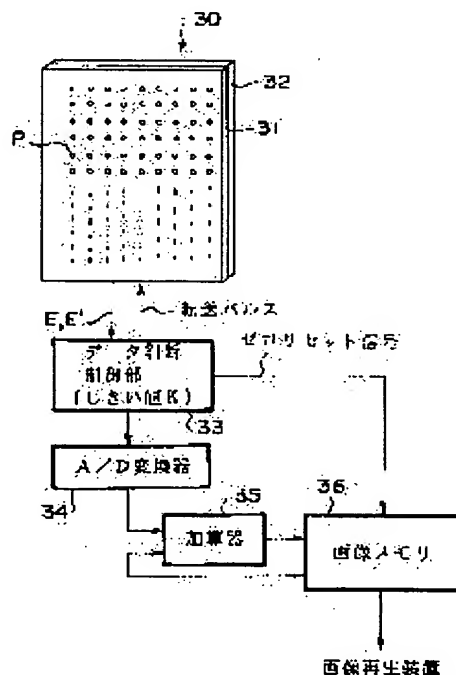
CONSTITUTION: Image signals E are read out of solid-state photodetector elements P

constituting a solid-state photodetector 31 at the specified period, respectively. The signal E is compared with a specified threshold value K

stored in the inside beforehand. When the signal E is more than the threshold value K, the image signal E is outputted. When the signal E is less than the threshold value K, the image signal E is not outputted and dissipated in the inside. This

is controlled with a data judging and controlling part 33. The image signals E outputted from the

controlling part 33 are added in an adder 35. The operated sum values are stored in an image memory 36. These parts are provided. In the image memory 36, the noise-signal component caused by the dark current accumulated in the solid-state photodetector 31 during the period before the start of the irradiation of radiation and after the end of the irradiation is not stored. Only the image signal component carrying the radiation image information of the object accumulated by irradiation with the radiation is stored.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.07.2000  
[Date of sending the examiner's decision  
of rejection]  
[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number] 3526891  
[Date of registration] 27.02.2004  
[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-72254

(43) 公開日 平成7年(1995)3月17日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 T 1/20	E	9014-2G		
	J	9014-2G		
1/00	B	9014-2G		
1/24		9014-2G		
		7210-4M		
			H 0 1 L 27/ 14	K
			審査請求 未請求 請求項の数 3	OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-217304

(22) 出願日 平成5年(1993)9月1日

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 志村 一男

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

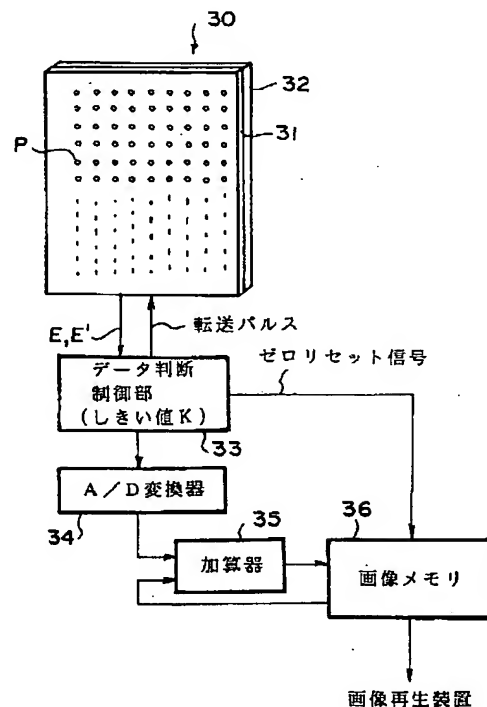
(74) 代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 放射線画像信号読出方法およびそれに用いられる放射線検出器

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 放射線検出器により得られる画像信号を、撮影の自由度を狭めることなく、暗電流ノイズを低減して、S/Nの向上を図る。

【構成】 固体光検出器31を構成する固体光検出素子Pよりそれぞれ、所定の周期で画像信号Eを読み出し、予め内部に記憶された所定のしきい値Kと比較し、しきい値K以上の場合はこの画像信号Eを出力し、しきい値K以下の場合は画像信号Eを出力せずに内部で消失せしめるように制御するデータ判断制御部33と、この制御部33より出力された画像信号Eを加算する加算器35と、加算された演算値を記憶する画像メモリ36とを設ける。画像メモリ36には、放射線Rの照射開始以前および照射終了以後の期間中に、固体光検出器31に蓄積される暗電流によるノイズ信号成分は記憶されず、放射線Rの照射によって蓄積される被写体10の放射線画像情報を担持した画像信号成分だけが記憶される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換して蓄積する2次元状に配列された多数の固体光検出素子を有する放射線検出器より、該信号を読み出す放射線画像信号読出方法において、

該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出し、該周期ごとに、読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを前記各固体光検出素子ごとに比較し、

該信号の値が該しきい値以上の固体光検出素子については、該信号の値をメモリに加算蓄積し、

該信号の値が該しきい値以下の固体光検出素子については、該信号の値の前記メモリへの加算蓄積を行わないことを特徴とする放射線画像信号読出方法。

【請求項2】 画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換する2次元状に配列された多数の固体光検出素子を有する放射線検出器より、該信号を読み出す放射線画像信号読出方法において、

該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出し、該周期ごとに、読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを前記各固体光検出素子ごとに比較し、

該信号の値が該しきい値以上である固体光検出素子の数が、全ての固体光検出素子数に対して所定の割合以上であるときは、全ての固体光検出素子より前記該信号の値をメモリに加算蓄積し、

該信号の値が該しきい値以上である固体光検出素子の数が、全ての固体光検出素子数に対して所定の割合以下であるときは、前記信号の値の前記メモリへの加算蓄積を行わないことを特徴とする放射線画像信号読出方法。

【請求項3】 画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換する2次元状に配列された多数の固体光検出素子を有する放射線検出器において、

該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出す信号読出手段と、

該信号読出手段により読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを比較し、該比較の結果、該信号の値が該しきい値以上の場合は該信号の値を出力し、該信号の値が該しきい値以下の場合は該信号の値を出力しないように制御する比較手段と、

該比較手段より出力された前記信号の値を、固体光検出素子ごとに加算する加算手段と、

該加算手段により加算された演算値を記憶するメモリとを備えたことを特徴とする請求項1または2記載の放射線画像信号読出方法に用いられる放射線検出器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、放射線検出器より放射線画像信号を読み出す方法および放射線検出器に関し、詳細には放射線検出器に蓄積される暗電流ノイズを除去して、放射線画像を表す信号を読み出す方法および放射線検出器の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、医療診断を目的とする放射線撮影の医療用放射線撮影、物質の非破壊検査等を目的とする工業用放射線撮影等の種々の分野における放射線撮影において、増感紙と放射線写真フィルムとを組合せたいわゆる放射線写真法が利用されている。この方法によれば、被写体を透過したX線等の放射線が増感紙に入射すると、増感紙に含まれる蛍光体はこの放射線のエネルギーを吸収して蛍光（瞬時発光）を発する。この発光により、増感紙に密着させるように重ね合わされた放射線写真フィルムが感光し、放射線写真フィルム上には放射線画像が形成される。このようにして放射線画像は直接に放射線フィルム上に可視化された画像として得ることができる。

【0003】一方、放射線写真フィルムに記録された放射線画像を光電的に読み取って画像信号を得、この画像信号に適切な画像処理を施した後、画像を再生記録することが種々の分野で行われている。たとえば、後の画像処理に適合するように設計されたガンマ値の低いフィルムを用いてX線画像を記録し、このX線画像が記録されたフィルムからX線画像を読み取って電気信号に変換し、この電気信号（画像信号）に画像処理を施した後コピー写真等に可視像として再生することにより、コントラスト、シャープネス、粒状性等の画質性能の良好な再生画像を得ることが行われている（特公昭61-5193号公報参照）。

【0004】また本願出願人により、放射線（X線、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、電子線、紫外線等）を照射すると、この放射線エネルギーの一部が蓄積され、その後可視光等の励起光を照射すると蓄積されたエネルギーに応じて輝尽発光を示す蓄積性蛍光体（輝尽性蛍光体）を利用して、人体等の被写体の放射線画像情報を一旦シート状の蓄積性蛍光体に記録し、この蓄積性蛍光体シートをレーザ光等の励起光で走査して輝尽発光光を生ぜしめ、得られた輝尽発光光を光電的に読み取って画像信号を得、この画像データに基づき被写体の放射線画像を写真感光材料等の記録材料、CRT等に可視像として出力させる放射線画像記録再生システムがすでに提案されている（特開昭55-12429号、同56-11395号、同55-163472号、同56-104645号、同55-116340号等）。

【0005】このシステムは、従来の銀塩写真を用いる放射線写真システムと比較して極めて広い放射線露出域にわたって画像を記録しようという実用的な利点を有している。すなわち、蓄積性蛍光体においては、放射線露光量に対して蓄積後に励起によって輝尽発光する発光光

の光量が極めて広い範囲にわたって比例することが認められており、従って種々の撮影条件により放射線露光量がかかなり大幅に変動しても、蓄積性蛍光体シートより放射される輝尽発光光の光量を読取ゲインを適当な値に設定して光电変換手段により読み取って電気信号に変換し、この電気信号を用いて写真感光材料等の記録材料、CRT等の表示装置に放射線画像を可視像として出力させることによって、放射線露光量の変動に影響されない放射線画像を得ることができる。

【0006】しかしながら、このような放射線写真システムにより放射線画像を得るためには、上述した放射線画像を直接可視化する際に、撮影に用いる放射線写真フィルムと増感紙との感度領域を一致させて撮影を行う必要がある。

【0007】また、上述した放射線写真フィルム、蓄積性蛍光体シートを用いて光電的に放射線画像を読み取るシステムにおいては、放射線画像に画像処理をおこなって目的に応じた濃度およびコントラストを有するように調整したり、放射線画像を一旦電気信号に変換しなければならず、そのための画像読取装置を用いて読取り走査を行う必要があり、放射線画像を得るための操作が煩雑なものとなり、放射線画像を得るまでの時間がかかるものとなっている。

【0008】そこで、従来のシステムによる上記のような問題点を解決するために、放射線検出器が提案されている（例えば特開昭59-211263号公報、特開平2-164067号公報、PCT国際公開番号WO92/06501号、Signal, noise, and read out considerations in the development of amorphous silicon photodiode arrays for radio therapy and diagnostic x-ray imaging, L.E.Antonuk et.al, University of Michigan, R.A.Street Xerox, PARC, SPIE Vol.1443 Medical Imaging V; Image Physics(1991), p.108-119）。

【0009】この放射線検出器は、例えば厚さ3mmの石英ガラスからなる基板にアモルファス半導体膜を挟んで透明導電膜と導電膜とからなるマトリクス状に配された複数の固体光検出素子および互いに直交するようにマトリクス状にパターン形成される複数の信号線と走査線とから構成されている固体光検出器に放射線を可視光に変換するシンチレータを積層することにより構成されてなるものである。

【0010】この放射線検出器をシンチレータが放射線入射側の面を向くように配置し、放射線検出器に被写体を透過した放射線を照射することにより、放射線がシンチレータに直接入射して可視光に変換され、この変換された可視光が固体光検出素子の光电変換部により検出されて放射線画像情報を担持する画像信号に光电変換される。この画像信号は、放射線検出器の各固体光検出素子に設けられた転送部から所定の読出手段により読み出されて出力される。

【0011】一方、シンチレータを要しない放射線検出器も提案されており、この放射線検出器は上述の放射線検出器において、シンチレータを除去し、通常の固体光検出器の代わりに、(i)放射線の透過方向の厚さが通常のものより10倍程度厚く設定された固体光検出器(MATERIAL PARAMETERS IN THICK HYDROGENATED AMORPHOUS SILICON RADIATION DETECTORS, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, CA 94720 Xerox Parc, Palo Alto, CA 94304)、あるいは、(ii)放射線の透過方向に、金属板を介して2つ以上積層された固体光検出器(Metal/Amorphous Silicon Multilayer Radiation Detectors, IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, VOL.36, NO.2, APRIL 1989)、あるいは、(iii)CdTe等の半導体放射線検出器(特開平1-216290号公報)を用いた構成の放射線検出器であって、可視光を介することなく、直接に放射線を検出して電気信号等に変換し、この信号は、前述の放射線検出器と同様に走査線に入力される読出信号により、マトリクス状に配された固体光検出素子(上記(i)～(iii)の放射線検出器を構成する多数の素子)より各別に読み出されて出力される。

【0012】このように出力された画像信号は、後段の信号処理装置により種々の信号処理が成された後にCRT等の再生手段により可視情報等として再生される。

【0013】上記放射線検出器を用いることにより、被写体の放射線画像を煩雑な操作を行うことなくリアルタイムで放射線画像情報を得ることができ、直ちに再生することができ、上述した従来のシステムの欠点を解消することができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】ところで固体光検出素子には、放射線が照射されていない状態においても常に、いわゆる暗電流によるノイズ成分が蓄電され、このノイズ成分が画像信号のS/Nを低下させ、したがってこの画像信号に基づいて再生される放射線画像の画質を劣化させるという問題がある。

【0015】上記画質の劣化を防止するために、通常は放射線の照射直前に放射線検出器より、この放射線検出器に蓄積された暗電流ノイズを読み出して固体光検出素子の蓄電をゼロにリセットし、その後照射された放射線の照射完了と同期せしめて、放射線画像信号を読み出す方法が行われている。

【0016】しかしこの同期方法は、通常マニュアル操作で行われており、完全な同期をとるのは困難であり、また同期装置を用いて完全な同期をとろうとすれば、放射線照射装置と放射線検出器とをこの同期装置に接続する必要があり、その場合放射線検出器と放射線検出器とを一体的に取り扱わなければならない、撮影(検出)の自由度を低下させることになる。

【0017】本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、撮影の自由度を狭めることなく、暗電流ノイズを

10

20

30

40

50

低減して、高S/Nの放射線画像を再生するための画像信号を得る放射線画像信号読出方法および放射線検出器を提供することを目的とするものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】通常、暗電流ノイズによって蓄電される信号値は、放射線の照射によって蓄電される信号値に対して小さいことが認識されており、本発明の放射線画像信号読出方法はこの信号値の差を利用したものであり、放射線の照射以前から放射線の照射以降に至る期間中に、放射線検出器に検出された信号を短い間隔で複数回読み出し、その読み出された各回の信号値が、しきい値より大きいか、または小さいかによって、あるいはしきい値以上の信号値を出力する固体光検出素子の割合によって、読み出された信号が暗電流ノイズによって蓄電したものであるか、または放射線画像情報を担持する放射線が照射されたものであるかを識別し、画像情報を担持するものであると識別した場合は、その信号値を固体光検出素子ごとに加算してメモリに記憶せしめ、暗電流ノイズによるものであると判定した場合は、その信号値を読み捨てるようにしたことを特徴とするものである。

【0019】すなわち本発明の第1の放射線画像信号読出方法は請求項1に記載したように、画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換する2次元状に配列された多数の固体光検出素子を有する放射線検出器より、該信号を読み出す放射線画像信号読出方法において、該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出し、該周期ごとに、読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを前記各固体光検出素子ごとに比較し、該信号の値が該しきい値以上の固体光検出素子については、該信号の値をメモリに加算蓄積し、該信号の値が該しきい値以下の固体光検出素子については、該信号の値の前記メモリへの加算蓄積を行わないことを特徴とするものである。

【0020】ここで上記所定の周期とは、放射線の照射時間に対して十分に短い時間を意味し、また上記所定のしきい値とは、上記所定の周期ごとに暗電流ノイズによって固体光検出素子に生じる信号値よりも大きく、放射線が照射されることによって生じる信号値よりも小さい範囲内で設定される値である。

【0021】また上記信号値がしきい値と等しい場合には、しきい値以上の場合の作用と、しきい値以下の場合の作用とのうち一方を選択的に採ることができる。

【0022】また本発明の第2の放射線画像信号読出方法は、請求項2に記載したように、画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換する2次元状に配列された多数の固体光検出素子を有する放射線検出器より、該信号を読み出す放射線画像信号読出方法において、該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出し、該周期ごとに、読み出された信号

の値と予め設定された所定のしきい値とを前記各固体光検出素子ごとに比較し、該信号の値が該しきい値以上である固体光検出素子の数が、全ての固体光検出素子数に対して所定の割合以上であるときは、全ての固体光検出素子より前記該信号の値をメモリに加算蓄積し、該信号の値が該しきい値以上である固体光検出素子の数が、全ての固体光検出素子数に対して所定の割合以下であるときは、前記信号の値の前記メモリへの加算蓄積を行わないことを特徴とするものである。

【0023】さらに本発明の放射線検出器は、上記本発明の第1または第2の方法に用いられる放射線検出器であって請求項3に記載したように、画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換する2次元状に配列された多数の固体光検出素子を有する放射線検出器において、該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出す信号読出手段と、該信号読出手段により読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを比較し、該比較の結果、該信号の値が該しきい値以上の場合には該信号の値を出力し、該信号の値が該しきい値以下の場合には該信号の値を出力しないように制御する比較手段と、該比較手段より出力された前記信号の値を、固体光検出素子ごとに加算する加算手段と、該加算手段により加算された演算値を記憶するメモリとを備えたことを特徴とするものである。

【0024】なお上記放射線検出器としては、例えば、所定の厚さの石英ガラスからなる基板に、アモルファス半導体膜を挟んで透明導電膜と導電膜とからなるマトリックス状に配された複数の固体光検出素子および互いに直交するようにマトリックス状にパターン形成される複数の信号線と走査線とから構成される固体光検出器であって、前述した(i)放射線の透過方向の厚さが通常のものより10倍程度厚く設定された固体光検出器や、(ii)放射線の透過方向に、金属板を介して2つ以上積層された固体光検出器や、(iii)CdTe等の半導体放射線検出器などを用いることができる。さらに通常のフォトダイオード等の固体光検出素子からなる固体光検出器を用いることもでき、この場合は放射線の照射を受け、その放射線の強度に応じた強度の可視光に変換するGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、S、CsI等の蛍光体からなるシンチレータを、固体光検出器に積層した構成も採用することができる。

【0025】なお、上記所定の厚さとは、放射線の吸収量が放射線画像の画質を低下させるほどに大きくない程度の厚さをいうが、具体的には固体光検出器を支持するためのある程度の強度が必要であるため、数百ミクロン程度であることをいう。

【0026】

【作用および発明の効果】本発明の放射線画像信号読出方法およびそれに用いられる放射線検出器によれば、放射線が照射されていない状態において放射線検出器により検出される信号は、暗電流ノイズによって蓄電される

信号であるから、その信号値はしきい値よりも小さく、したがってこの信号は読み捨てられる。放射線検出器は、検出され蓄電された信号を読み出すことによって蓄電された信号値がゼロにリセットされるため、短い周期で複数回この信号値を読み出すごとにゼロにリセットされ、その読出しから次の読出しの期間中に蓄電される暗電流ノイズによる信号値は読み捨てられる。

【0027】次いで放射線の照射が開始されると、この放射線検出器はゼロにリセットされた状態から放射線照射による信号が蓄電される。この放射線照射期間中は検出される信号の値がしきい値以上となり、したがってこの期間中に検出される信号値は各固体光検出素子ごとに加算され、この加算された加算値は、放射線の照射開始から信号読出しの行われた時点までに照射された放射線の総量に応じた信号値としてメモリ等に記憶される。

【0028】放射線の照射の照射が終了すると、検出される信号値は再びしきい値未満となり、この信号値は読み捨てられる。

【0029】上述の作用によりメモリに蓄積記憶された信号値は、放射線の照射によって検出された信号値であり、放射線照射以前および放射線照射完了以降の各期間中に蓄電された暗電流ノイズによる信号値は加算されていない。したがって放射線照射装置と同期させることなく、再生される放射線画像のS/Nを向上させて、高画質の放射線画像を得ることができる。

【0030】なお、上記しきい値と信号値との比較において、放射線検出器を構成する全ての固体光検出素子からの信号値がしきい値を上回るかまたは下回るかによって、そののちの作用が進むように設定してもよいし、全ての固体光検出素子のうち、所定の割合の数の固体光検出素子からの信号値がしきい値を上回りまたは下回ることによって、そののちの作用が進むように設定してもよい。

【0031】

【実施例】以下、本発明による放射線画像信号読出方法を実施するために用いられる放射線検出器の実施例について図面を用いて説明する。

【0032】図1は本発明の放射線検出器の一実施態様の概略構成を示すブロック図、図2は本実施例の放射線検出器を用いた放射線画像情報の検出の態様を示すシステム図である。図示の放射線検出器は、図2に示すように放射線源20より出射され被写体10を透過した放射線Rを受けて可視光に変換する平面状のシンチレータ32と、このシンチレータ32に積層された、シンチレータ32の各部により変換された可視光をそれぞれ検出して全体として放射線画像を表す画像信号Eに変換する2次元状に多数の固体光検出素子Pが配された固体光検出器31とを備えている。

【0033】ここで固体光検出器31を構成する固体光検出素子Pの詳細な構造を図3に示す。固体光検出器31

は、樹脂シートからなる基板31Aの上にパターン成形した導電膜からなる信号線31B、31Hがあり、アモルファスシリコン31Cと透明電極31Dとからなるフォトダイオード31E、アモルファスシリコン31Fおよびアモルファスシリコン31F内に設けられたゲートとしての転送電極31Jからなる薄膜トランジスタ31Gにより固体光検出素子Pが多数形成されてなるものである。ここで、固体光検出器31の樹脂シート31Aの厚さは数百ミクロン程度であり、放射線吸収率が低いものである。また、アモルファスシリコン31Cの厚さは1ミクロン程度である。

【0034】さらに本実施例の放射線検出器は、各固体光検出素子Pよりそれぞれ、所定の周期で画像信号Eを読み出し、この読み出された画像信号Eと予め内部に記憶された所定のしきい値Kとを比較し、比較の結果、画像信号Eがしきい値K以上の場合はこの画像信号Eを出力し、画像信号Eがしきい値K以下の場合には画像信号Eを出力せずに内部で消失せしめるように制御するデータ判断制御部33と、このデータ判断制御部33より出力された画像信号EをA/D変換するA/D変換器34と、A/D変換された画像信号Eを固体光検出素子Pごとに加算する加算器35と、加算器35により加算された演算値を記憶する画像メモリ36とを備えている。

【0035】ここで上記しきい値Kは、上記所定の周期ごとに暗電流によって固体光検出素子Pに生じるノイズ信号よりも大きく、放射線が照射されることによって生じる信号よりも小さい範囲内で設定される値である。

【0036】次に本実施例の放射線検出器の作用について説明する。

【0037】各固体光検出素子Pには、放射線Rの照射以前に、暗電流によるノイズ信号が発生し、このノイズ信号はフォトダイオード31Eにおいて画像信号E( $K > E$ )として蓄積される。ここでデータ判断制御部33は、例えば周期1 msecで、各固体光検出素子Pに転送パルスを送り、その転送パルスが送られるごとに各固体光検出素子Pのスイッチは「入」状態(固体光検出素子Pの転送電極31Jに電圧がかかり、信号線31B、31H間を電流が流れる状態)となり、フォトダイオード31Eに蓄積された画像信号Eは薄膜トランジスタ31Gを通じてデータ判断制御部33へ出力される。

【0038】各固体光検出素子Pは、この画像信号Eの出力の都度、その画像信号蓄積量がゼロにリセットされて暗電流の影響が除去され、リセットの瞬間から次に転送パルスが送られるまでの間に再び暗電流によるノイズ信号を蓄積する作用を繰り返す。

【0039】一方、データ判断制御部33に周期1 msecごとに入力される画像信号Eは、このデータ判断制御部33内に予め記憶されたしきい値Kと大小比較がなされ、ノイズ信号はしきい値Kより小さいため内部で消失される。なおデータ判断制御部33への最初の画像信号Eの入力に同期して、画像メモリ36はゼロにリセットされる。



【0040】次いで、図2に示すように被写体10を介して放射線Rが照射され、この放射線Rの照射を受けた放射線検出器30は、シンチレータ32によりこの放射線Rを可視光に変換する。この可視光は被写体10の放射線画像情報を担持し、固体光検出器31を構成する各固体光検出素子Pのアモルファスシリコン31Cに入射し、この可視光は上記暗電流ノイズ信号の場合と同様に放射線画像情報を担持する画像信号E' ( $E' > K$ ) に光電変換されて蓄積される。データ判断制御部33は上記暗電流ノイズ信号の場合と同様に、この画像信号E' を所定(1msec)の周期で読み出し、その周期ごとに内部に記憶されたしきい値Kと大小比較がなされる。

【0041】ここで被写体10の放射線画像情報を担持した画像信号E' はしきい値Kより大きいため、A/D変換器34に出力されてデジタル信号化され、加算器35に入力される。加算器35はデジタル信号化された画像信号E' が入力される都度、その入力された画像信号E' とそれにより以前に画像メモリ36に記憶されている画像信号とを加算して画像メモリ36に入力する。画像メモリ36は上述のリセット作用により初期的にゼロに設定されており、画像メモリ36には、放射線Rが照射された後から現実に放射線Rが照射されている瞬間までの間に固体光検出素子Pより読み出された画像信号の総和が記憶されることとなる。

【0042】放射線Rの照射が終了すると、各固体光検出素子Pに蓄積される信号は低下して放射線照射以前の暗電流によるノイズ信号だけが検出される。この信号はしきい値Kより小さいため、データ判断制御部33内部で消失される。

【0043】このように画像メモリ36には、放射線Rの照射開始以前および照射終了以後の期間中に、固体光検出器31に蓄積される暗電流によるノイズ信号成分は記憶されず、放射線Rの照射によって蓄積される被写体10の放射線画像情報を担持した画像信号成分だけが記憶される。したがって画像メモリ36に記憶された画像信号は、被写体10の放射線画像情報を高S/Nで担持するものであり、後段においてこの画像メモリ36に記憶された画像信号を出力して画像再生装置等により放射線画像として可視化することができる。

【0044】このように本実施例の放射線検出器によれば、放射線源20から放射線Rを照射するのと同期させる必要がないため、撮影の自由度を狭めることもなく、暗電流ノイズを低減して、高S/Nの放射線画像を再生す

るための画像信号を得ることができる。

【0045】なお本発明による放射線検出器は、本実施例のようにデータ判断制御部33が、放射線検出器を構成する全ての固体光検出素子Pからの信号がしきい値を上回るかまたは下回るかによって、そののちの作用を制御するように設定してもよいし、全ての固体光検出素子のうち、所定の割合の数の固体光検出素子からの信号がしきい値を上回りまたは下回ることによって、そののちの作用を制御するように設定してもよい。このように所定の割合を設定することにより、例えば被写体が放射線透過率の非常に低い部分を有し、その放射線透過率の低い部分を透過した僅かな放射線による画像信号がしきい値を下回った場合にも、所定の割合以上の他の部分を透過した放射線による画像信号がしきい値を上回れば、メモリへの画像信号を加算蓄積することができ、放射線の照射開始時を一層正確に認識してその作用を制御することができる。

【0046】また本発明による放射線検出器は、必ずしも上記実施例のようにシンチレータを用いる構成のものに限るものではなく、上記実施例の放射線検出器において、固体光検出器の代わりに、例えば前述した(i)放射線の透過方向の厚さが通常のものより10倍程度厚く設定された固体光検出器、または(ii)放射線の透過方向に、金属板を介して2つ以上積層された固体光検出器、または(iii)CdTe等の半導体放射線検出器などを用いた構成を採用した場合は、シンチレータを具備する必要はない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の放射線検出器の一実施態様の概略構成を示すブロック図

【図2】図1に示した放射線検出器を用いた放射線画像情報の検出の態様を示すシステム図

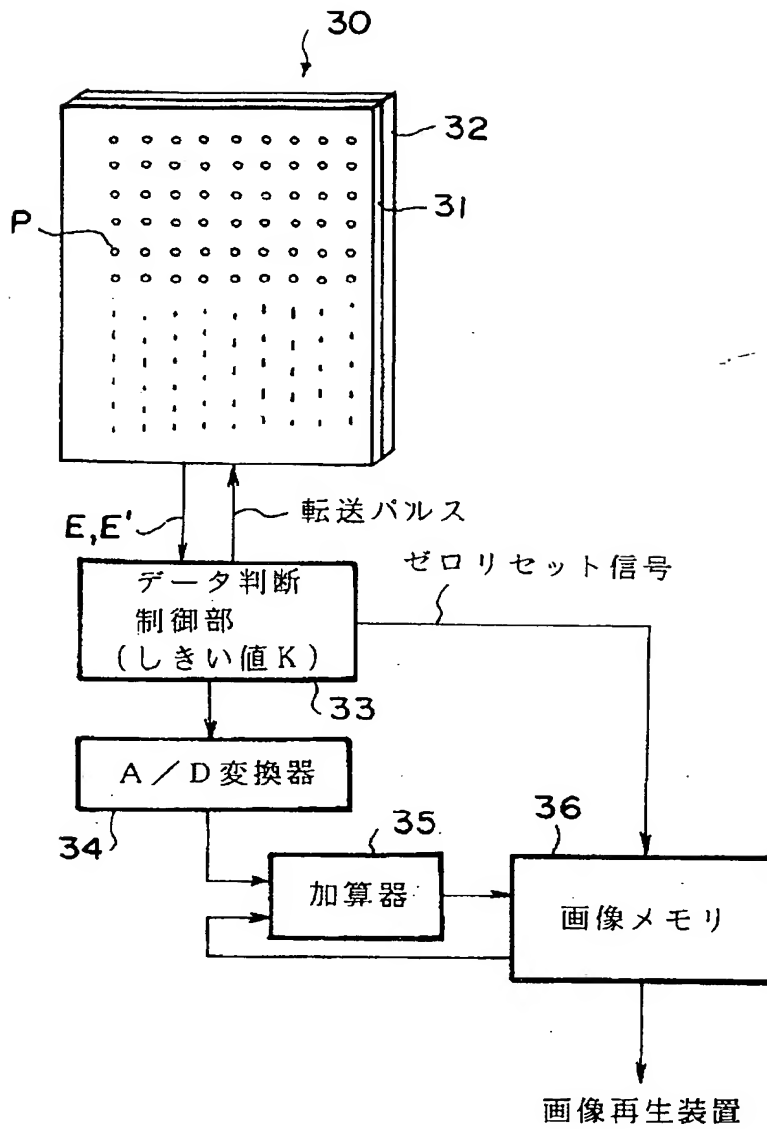
【図3】固体光検出器の詳細な構造を示す詳細構成図

【符号の説明】

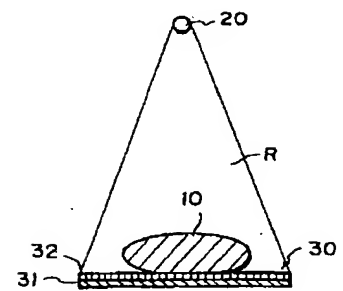
- 10 被写体
- 20 放射線源
- 30 放射線検出器
- 31 固体光検出器
- 32 シンチレータ
- 33 データ判断制御部
- 34 A/D変換器
- 35 加算器
- 36 画像メモリ



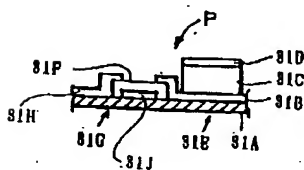
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 3 B 42/02

H 0 1 L 27/14

H 0 4 N 5/32

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

Z

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第6部門第1区分  
 【発行日】平成13年7月19日(2001.7.19)

【公開番号】特開平7-72254  
 【公開日】平成7年3月17日(1995.3.17)  
 【年通号数】公開特許公報7-723  
 【出願番号】特願平5-217304  
 【国際特許分類第7版】

G01T 1/20

1/00

1/24

G03B 42/02

H01L 27/14

H04N 5/32

【F I】

G01T 1/20

E

J

1/00

B

1/24

G03B 42/02

Z

H04N 5/32

H01L 27/14

K

【手続補正書】

【提出日】平成12年7月14日(2000.7.14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】放射線画像信号読出方法およびそれに用いられる放射線検出器

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換して蓄積する2次元状に配列された多数の固体検出素子を有する放射線検出器より、該信号を読み出す放射線画像信号読出方法において、

該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出し、該周期ごとに、読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを前記各固体検出素子ごとに比較し、該信号の値が該しきい値以上の固体検出素子については、該信号の値をメモリに加算蓄積し、該信号の値が該しきい値以下の固体検出素子については、該信号の値の前記メモリへの加算蓄積を行わないことを特徴とする放射線画像信号読出方法。

【請求項2】 画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換する2次元状に配列された多数の固体検出素子を有する放射線検出器より、該信号を読み出す放射線画像信号読出方法において、

該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出し、該周期ごとに、読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを前記各固体検出素子ごとに比較し、該信号の値が該しきい値以上である固体検出素子の数が、全ての固体検出素子数に対して所定の割合以上であるときは、全ての固体検出素子より前記該信号の値をメモリに加算蓄積し、

該信号の値が該しきい値以上である固体検出素子の数が、全ての固体検出素子数に対して所定の割合以下であるときは、前記信号の値の前記メモリへの加算蓄積を行わないことを特徴とする放射線画像信号読出方法。

【請求項3】 画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換する2次元状に配列された多数の固体検出素子を有する放射線検出器において、

該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出す信号読出手段と、

該信号読出手段により読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを比較し、該比較の結果、該信

号の値が該しきい値以上の場合には該信号の値を出力し、該信号の値が該しきい値以下の場合には該信号の値を出力しないように制御する比較手段と、

該比較手段より出力された前記信号の値を、固体検出素子ごとに加算する加算手段と、

該加算手段により加算された演算値を記憶するメモリとを備えたことを特徴とする請求項1または2記載の放射線画像信号読出方法に用いられる放射線検出器。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】本発明は、放射線検出器より放射線画像信号を読み出す方法および放射線検出器に関し、詳細には放射線検出器に蓄積される暗電流ノイズを除去して、放射線画像を表す信号を読み出す方法および放射線検出器の改良に関するものである。

【従来の技術】従来より、医療診断を目的とする放射線撮影の医療用放射線撮影、物質の非破壊検査等を目的とする工業用放射線撮影等の種々の分野における放射線撮影において、増感紙と放射線写真フィルムとを組合せたいわゆる放射線写真法が利用されている。この方法によれば、被写体を透過したX線等の放射線が増感紙に入射すると、増感紙に含まれる蛍光体はこの放射線のエネルギーを吸収して蛍光（瞬時発光）を発する。この発光により、増感紙に密着させるように重ね合わされた放射線写真フィルムが感光し、放射線写真フィルム上には放射線画像が形成される。このようにして放射線画像は直接に放射線フィルム上に可視化された画像として得ることができる。一方、放射線写真フィルムに記録された放射線画像を光電的に読み取って画像信号を得、この画像信号に適切な画像処理を施した後、画像を再生記録することが種々の分野で行われている。たとえば、後の画像処理に適合するように設計されたガンマ値の低いフィルムを用いてX線画像を記録し、このX線画像が記録されたフィルムからX線画像を読み取って電気信号に変換し、この電気信号（画像信号）に画像処理を施した後コピー写真等に可視像として再生することにより、コントラスト、シャープネス、粒状性等の画質性能の良好な再生画像を得ることが行われている（特公昭61-5193号公報参照）。また本願出願人により、放射線（X線、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、電子線、紫外線等）を照射すると、この放射線エネルギーの一部が蓄積され、その後可視光等の励起光を照射すると蓄積されたエネルギーに応じて輝尽発光を示す蓄積性蛍光体（輝尽性蛍光体）を利用して、人体等の被写体の放射線画像情報を一旦シート状の蓄積性蛍光体に記録し、この蓄積性蛍光体シートをレーザ光等の励起光で走査して輝尽発光光を生ぜしめ、得られた輝尽発光光を光電的に読み取って画像信号を得、この画像データに基づき被写体の放射線画像を写真感光材料等の記録材料、CRT等に可視像として出力させる放射線画像記録再生システムがすでに提案されている（特開昭55-12429号、同56-11395号、同55-163472号、同56-104645号、

同55-116340号等）。このシステムは、従来の銀塩写真を用いる放射線写真システムと比較して極めて広い放射線露出域にわたって画像を記録しようという実用的な利点を有している。すなわち、蓄積性蛍光体においては、放射線露光量に対して蓄積後に励起によって輝尽発光する発光光の光量が極めて広い範囲にわたって比例することが認められており、従って種々の撮影条件により放射線露光量がかなり大幅に変動しても、蓄積性蛍光体シートより放射される輝尽発光光の光量を読取ゲインを適当な値に設定して光電変換手段により読み取って電気信号に変換し、この電気信号を用いて写真感光材料等の記録材料、CRT等の表示装置に放射線画像を可視像として出力させることによって、放射線露光量の変動に影響されない放射線画像を得ることができる。しかしながら、このような放射線写真システムにより放射線画像を得るためには、上述した放射線画像を直接可視化する際に、撮影に用いる放射線写真フィルムと増感紙との感度領域を一致させて撮影を行う必要がある。また、上述した放射線写真フィルム、蓄積性蛍光体シートを用いて光電的に放射線画像を読み取るシステムにおいては、放射線画像に画像処理をおこなって目的に応じた濃度およびコントラストを有するように調整したり、放射線画像を一旦電気信号に変換しなければならず、そのための画像読取装置を用いて読取り走査を行う必要があり、放射線画像を得るための操作が煩雑なものとなり、放射線画像を得るまでの時間がかかるものとなっている。そこで、従来のシステムによる上記のような問題点を解決するために、放射線検出器が提案されている（例えば特開昭59-211263号公報、特開平2-164067号公報、PCT国際公開番号WO92/06501号、Signal, noise, and read out considerations in the development of amorphous silicon photodiode arrays for radiotherapy and diagnostic x-ray imaging, L.E. Antonuk et.al, University of Michigan, R.A. Street Xerox, PARC, SPIE Vol. 1443 Medical Imaging V; Image Physics (1991), p. 108-119）。この放射線検出器は、例えば厚さ3mmの石英ガラスからなる基板にアモルファス半導体膜を挟んで透明導電膜と導電膜とからなるマトリクス状に配された複数の固体検出素子および互いに直交するようにマトリクス状にパターン形成される複数の信号線と走査線とから構成されている固体検出器に放射線を可視光に変換するシンチレータを積層することにより構成されてなるものである。この放射線検出器をシンチレータが放射線入射側の面を向くように配置し、放射線検出器に被写体を透過した放射線を照射することにより、放射線がシンチレータに直接入射して可視光に変換され、この変換された可視光が固体検出素子の光電変換部により検出されて放射線画像情報を担持する画像信号に光電変換される。この画像信号は、放射線検出器の各固体検出素子に設けられた転送部から所定の読出手段により読み出されて出力され

る。一方、シンチレータを要しない放射線検出器も提案されており、この放射線検出器は上述の放射線検出器において、シンチレータを除去し、通常の固体検出器の代わりに、(i) 放射線の透過方向の厚さが通常のものより10倍程度厚く設定された固体検出器(MATERIAL PARAMETERS IN THICK HYDROGENATED AMORPHOUS SILICON RADIATION DETECTORS, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, CA 94720 Xerox Parc, Palo Alto, CA 94304)、あるいは、(ii) 放射線の透過方向に、金属板を介して2つ以上積層された固体検出器(Metal/Amorphous Silicon Multilayer Radiation Detectors, IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, VOL. 36, NO. 2, APRIL 1989)、あるいは、(iii) CdTe等の半導体放射線検出器(特開平1-216290号公報)を用いた構成の放射線検出器であって、可視光を介することなく、直接に放射線を検出して電気信号等に変換し、この信号は、前述の放射線検出器と同様に走査線に入力される読出信号により、マトリックス状に配された固体検出素子(上記(i)~(iii)の放射線検出器を構成する多数の素子)より各別に読み出されて出力される。このように出力された画像信号は、後段の信号処理装置により種々の信号処理が成された後にCRT等の再生手段により可視情報等として再生される。上記放射線検出器を用いることにより、被写体の放射線画像を煩雑な操作を行うことなくリアルタイムで放射線画像情報を得ることができ、直ちに再生することができ、上述した従来のシステムの欠点を解消することができる。

【発明が解決しようとする課題】ところで固体検出素子には、放射線が照射されていない状態においても常に、いわゆる暗電流によるノイズ成分が蓄電され、このノイズ成分が画像信号のS/Nを低下させ、したがってこの画像信号に基づいて再生される放射線画像の画質を劣化させるという問題がある。上記画質の劣化を防止するために、通常は放射線の照射直前に放射線検出器より、この放射線検出器に蓄積された暗電流ノイズを読み出して固体検出素子の蓄電をゼロにリセットし、その後に照射された放射線の照射完了と同期せしめて、放射線画像信号を読み出す方法が行われている。しかしこの同期方法は、通常マニュアル操作で行われており、完全な同期をとるのは困難であり、また同期装置を用いて完全な同期をとろうとすれば、放射線照射装置と放射線検出器とをこの同期装置に接続する必要があり、その場合放射線検出器と放射線検出器とを一体的に取り扱わなければならない、撮影(検出)の自由度を低下させることになる。本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、撮影の自由度を狭めることなく、暗電流ノイズを低減して、高S/Nの放射線画像を再生するための画像信号を得る放射線画像信号読出方法および放射線検出器を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】通常、暗電流ノイズによ

って蓄電される信号値は、放射線の照射によって蓄電される信号値に対して小さいことが認識されており、本発明の放射線画像信号読出方法はこの信号値の差を利用したものであり、放射線の照射以前から放射線の照射以降に至る期間中に、放射線検出器に検出された信号を短い間隔で複数回読み出し、その読み出された各回の信号値が、しきい値より大きいか、または小さいかによって、あるいはしきい値以上の信号値を出力する固体検出素子の割合によって、読み出された信号が暗電流ノイズによって蓄電したものであるか、または放射線画像情報を担持する放射線が照射されたものであるかを識別し、画像情報を担持するものであると識別した場合は、その信号値を固体検出素子ごとに加算してメモリに記憶せしめ、暗電流ノイズによるものであると判定した場合は、その信号値を読み捨てるようにしたことを特徴とするものである。すなわち本発明の第1の放射線画像信号読出方法は、画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換する2次元状に配列された多数の固体検出素子を有する放射線検出器より、該信号を読み出す放射線画像信号読出方法において、該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出し、該周期ごとに、読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを前記各固体検出素子ごとに比較し、該信号の値が該しきい値以上の固体検出素子については、該信号の値をメモリに加算蓄積し、該信号の値が該しきい値以下の固体検出素子については、該信号の値の前記メモリへの加算蓄積を行わないことを特徴とするものである。ここで上記所定の周期とは、放射線の照射時間に対して十分に短い時間を意味し、また上記所定のしきい値とは、上記所定の周期ごとに暗電流ノイズによって固体検出素子に生じる信号値よりも大きく、放射線が照射されることによって生じる信号値よりも小さい範囲内で設定される値である。また上記信号値がしきい値と等しい場合には、しきい値以上の場合の作用と、しきい値以下の場合の作用とのうち一方を選択的に採ることができる。また本発明の第2の放射線画像信号読出方法は、画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換する2次元状に配列された多数の固体検出素子を有する放射線検出器より、該信号を読み出す放射線画像信号読出方法において、該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出し、該周期ごとに、読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを前記各固体検出素子ごとに比較し、該信号の値が該しきい値以上である固体検出素子の数が、全ての固体検出素子数に対して所定の割合以上であるときは、全ての固体検出素子より前記該信号の値をメモリに加算蓄積し、該信号の値が該しきい値以上である固体検出素子の数が、全ての固体検出素子数に対して所定の割合以下であるときは、前記信号の値の前記メモリへの加算蓄積を行わないことを特徴とするものである。さらに本発明の放射線検出器

は、上記本発明の第1または第2の方法に用いられる放射線検出器であって、画像情報を担持する放射線を検出して全体として放射線画像を表す信号に変換する2次元状に配列された多数の固体検出素子を有する放射線検出器において、該放射線検出器より所定の周期で前記信号を読み出す信号読出手段と、該信号読出手段により読み出された信号の値と予め設定された所定のしきい値とを比較し、該比較の結果、該信号の値が該しきい値以上の場合は該信号の値を出力し、該信号の値が該しきい値以下の場合は該信号の値を出力しないように制御する比較手段と、該比較手段より出力された前記信号の値を、固体検出素子ごとに加算する加算手段と、該加算手段により加算された演算値を記憶するメモリとを備えたことを特徴とするものである。なお上記放射線検出器としては、例えば、所定の厚さの石英ガラスからなる基板に、アモルファス半導体膜を挟んで透明導電膜と導電膜とからなるマトリックス状に配された複数の固体検出素子および互いに直交するようにマトリックス状にパターン形成される複数の信号線と走査線とから構成される固体検出器であって、前述した(i)放射線の透過方向の厚さが通常のものより10倍程度厚く設定された固体検出器や、(ii)放射線の透過方向に、金属板を介して2つ以上積層された固体検出器や、(iii)CdTe等の半導体放射線検出器などを用いることができる。さらに通常のフォトダイオード等の固体検出素子からなる固体検出器を用いることもでき、この場合は放射線の照射を受け、その放射線の強度に応じた強度の可視光に変換する $Gd_2O_3$ 、S、CsI等の蛍光体からなるシンチレータを、固体検出器に積層した構成も採用することができる。なお、上記所定の厚さとは、放射線の吸収量が放射線画像の画質を低下させるほどに大きくない程度の厚さをいうが、具体的には固体検出器を支持するためのある程度の強度が必要であるため、数百ミクロン程度であることをいう。

【作用および発明の効果】本発明の放射線画像信号読出方法およびそれに用いられる放射線検出器によれば、放射線が照射されていない状態において放射線検出器により検出される信号は、暗電流ノイズによって蓄電される信号であるから、その信号値はしきい値よりも小さく、したがってこの信号は読み捨てられる。放射線検出器は、検出され蓄電された信号を読み出すことによって蓄電された信号値がゼロにリセットされるため、短い周期で複数回この信号値を読み出すことにゼロにリセットされ、その読出しから次の読出しの期間中に蓄電される暗電流ノイズによる信号値は読み捨てられる。次いで放射線の照射が開始されると、この放射線検出器はゼロにリセットされた状態から放射線照射による信号が蓄電される。この放射線照射期間中は検出される信号の値がしきい値以上となり、したがってこの期間中に検出される信号値は各固体検出素子ごとに加算され、この加算された加算値は、放射線の照射開始から信号読出しの行われた

時点までに照射された放射線の総量に応じた信号値としてメモリ等に記憶される。放射線の照射の照射が終了すると、検出される信号値は再びしきい値未満となり、この信号値は読み捨てられる。上述の作用によりメモリに蓄積記憶された信号値は、放射線の照射によって検出された信号値であり、放射線照射以前および放射線照射完了以降の各期間中に蓄電された暗電流ノイズによる信号値は加算されていない。したがって放射線照射装置と同期させることなく、再生される放射線画像のS/Nを向上させて、高画質の放射線画像を得ることができる。なお、上記しきい値と信号値との比較において、放射線検出器を構成する全ての固体検出素子からの信号値がしきい値を上回るかまたは下回るかによって、そののちの作用が進むように設定してもよいし、全ての固体検出素子のうち、所定の割合の数の固体検出素子からの信号値がしきい値を上回りまたは下回ることによって、そののちの作用が進むように設定してもよい。

【実施例】以下、本発明による放射線画像信号読出方法を実施するために用いられる放射線検出器の実施例について図面を用いて説明する。図1は本発明の放射線検出器の一実施態様の概略構成を示すブロック図、図2は本実施例の放射線検出器を用いた放射線画像情報の検出の態様を示すシステム図である。図示の放射線検出器は、図2に示すように放射線源20より出射され被写体10を透過した放射線Rを受けて可視光に変換する平面状のシンチレータ32と、このシンチレータ32に積層された、シンチレータ32の各部により変換された可視光をそれぞれ検出して全体として放射線画像を表す画像信号Eに変換する2次元状に多数の固体検出素子Pが配された固体検出器31とを備えている。ここで固体検出器31を構成する固体検出素子Pの詳細な構造を図3に示す。固体検出器31は、樹脂シートからなる基板31Aの上にパターン成形した導電膜からなる信号線31B、31Hがあり、アモルファスシリコン31Cと透明電極31Dとからなるフォトダイオード31E、アモルファスシリコン31Fおよびアモルファスシリコン31F内に設けられたゲートとしての転送電極31Jからなる薄膜トランジスタ31Gにより固体検出素子Pが多数形成されてなるものである。ここで、固体検出器31の樹脂シート31Aの厚さは数百ミクロン程度であり、放射線吸収率が低いものである。また、アモルファスシリコン31Cの厚さは1ミクロン程度である。さらに本実施例の放射線検出器は、各固体検出素子Pよりそれぞれ、所定の周期で画像信号Eを読み出し、この読み出された画像信号Eと予め内部に記憶された所定のしきい値Kとを比較し、比較の結果、画像信号Eがしきい値K以上の場合はこの画像信号Eを出力し、画像信号Eがしきい値K以下の場合は画像信号Eを出力せずに内部で消失せしめるように制御するデータ判断制御部33と、このデータ判断制御部33より出力された画像信号EをA/D変換するA/D変換器34と、A/D変換された画像信号

Eを固体検出素子Pごとに加算する加算器35と、加算器35により加算された演算値を記憶する画像メモリ36とを備えている。ここで上記しきい値Kは、上記所定の周期ごとに暗電流によって固体検出素子Pに生じるノイズ信号よりも大きく、放射線が照射されることによって生じる信号よりも小さい範囲内で設定される値である。次に本実施例の放射線検出器の作用について説明する。各固体検出素子Pには、放射線Rの照射以前に、暗電流によるノイズ信号が発生し、このノイズ信号はフォトダイオード31Eにおいて画像信号E ( $K > E$ ) として蓄積される。ここでデータ判断制御部33は、例えば周期1 msecで、各固体検出素子Pに転送パルスを送り、その転送パルスが送られるごとに各固体検出素子Pのスイッチは「入」状態(固体検出素子Pの転送電極31Jに電圧がかかり、信号線31B、31H間を電流が流れる状態)となり、フォトダイオード31Eに蓄積された画像信号Eは薄膜トランジスタ31Gを通じてデータ判断制御部33へ出力される。各固体検出素子Pは、この画像信号Eの出力の都度、その画像信号蓄積量がゼロにリセットされて暗電流の影響が除去され、リセットの瞬間から次に転送パルスが送られるまでの間に再び暗電流によるノイズ信号を蓄積する作用を繰り返す。一方、データ判断制御部33に周期1 msecごとに入力される画像信号Eは、このデータ判断制御部33内に予め記憶されたしきい値Kと大小比較がなされ、ノイズ信号はしきい値Kより小さいため内部で消失される。なおデータ判断制御部33への最初の画像信号Eの入力に同期して、画像メモリ36はゼロにリセットされる。次いで、図2に示すように被写体10を介して放射線Rが照射され、この放射線Rの照射を受けた放射線検出器30は、シンチレータ32によりこの放射線Rを可視光に変換する。この可視光は被写体10の放射線画像情報を担持し、固体検出器31を構成する各固体検出素子Pのアモルファスシリコン31Cに入射し、この可視光は上記暗電流ノイズ信号の場合と同様に放射線画像情報を担持する画像信号E' ( $E' > K$ ) に光電変換されて蓄積される。データ判断制御部33は上記暗電流ノイズ信号の場合と同様に、この画像信号E'を所定(1 msec)の周期で読み出し、その周期ごとに内部に記憶されたしきい値Kと大小比較がなされる。ここで被写体10の放射線画像情報を担持した画像信号E'はしきい値Kより大きいため、A/D変換器34に出力されてデジタル信号化され、加算器35に輸入される。加算器35はデジタル信号化された画像信号E'が入力される都度、その入力された画像信号E'とそれにより以前に画像メモリ36に記憶されている画像信号とを加算して画像メモリ36に入力する。画像メモリ36は上述のリセット作用により初期的にゼロに設定されており、画像メモリ36には、放射線Rが照射された後から現実には放射線Rが照射されている瞬間までの間に固体検出素子Pより読み出された画像信号の総和が記憶されることとなる。放射線Rの照射が終了す

ると、各固体検出素子Pに蓄積される信号は低下して放射線照射以前の暗電流によるノイズ信号だけが検出される。この信号はしきい値Kより小さいため、データ判断制御部33内部で消失される。このように画像メモリ36には、放射線Rの照射開始以前および照射終了以後の期間中に、固体検出器31に蓄積される暗電流によるノイズ信号成分は記憶されず、放射線Rの照射によって蓄積される被写体10の放射線画像情報を担持した画像信号成分だけが記憶される。したがって画像メモリ36に記憶された画像信号は、被写体10の放射線画像情報を高S/Nで担持するものであり、後段においてこの画像メモリ36に記憶された画像信号を出力して画像再生装置等により放射線画像として可視化することができる。このように本実施例の放射線検出器によれば、放射線源20から放射線Rを照射するのと同期させる必要がないため、撮影の自由度を狭めることもなく、暗電流ノイズを低減して、高S/Nの放射線画像を再生するための画像信号を得ることができる。なお本発明による放射線検出器は、本実施例のようにデータ判断制御部33が、放射線検出器を構成する全ての固体検出素子Pからの信号がしきい値を上回るかまたは下回るかによって、そののちの作用を制御するように設定してもよいし、全ての固体検出素子のうち、所定の割合の数の固体検出素子からの信号がしきい値を上回りまたは下回ることによって、そののちの作用を制御するように設定してもよい。このように所定の割合を設定することにより、例えば被写体が放射線透過率の非常に低い部分を有し、その放射線透過率の低い部分を透過した僅かな放射線による画像信号がしきい値を下回った場合にも、所定の割合以上の他の部分を透過した放射線による画像信号がしきい値を上回れば、メモリへの画像信号を加算蓄積することができ、放射線の照射開始時を一層正確に認識してその作用を制御することができる。また本発明による放射線検出器は、必ずしも上記実施例のようにシンチレータを用いる構成のものに限るものではなく、上記実施例の放射線検出器において、固体検出器の代わりに、例えば前述した(i)放射線の透過方向の厚さが通常のものより10倍程度厚く設定された固体検出器、または(ii)放射線の透過方向に、金属板を介して2つ以上積層された固体検出器、または(iii)CdTe等の半導体放射線検出器などを用いた構成を採用した場合は、シンチレータを具備する必要はない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の放射線検出器の一実施態様の概略構成を示すブロック図

【図2】図1に示した放射線検出器を用いた放射線画像情報の検出の態様を示すシステム図

【図3】固体検出器の詳細な構造を示す詳細構成図

【符号の説明】

- 10 被写体
- 20 放射線源



30 放射線検出器  
31 固体検出器  
32 シンチレータ  
33 データ判断制御部

34 A/D変換器  
35 加算器  
36 画像メモリ